

PAT-NO: JP02005079195A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005079195 A  
TITLE: SOLID STATE LASER APPARATUS

PUBN-DATE: March 24, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAWASHIMA, TOSHIYUKI	N/A
KANABE, TADASHI	N/A
NAKAI, SADA0	N/A
SUGA, HIROBUMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HAMAMATSU PHOTONICS KK	N/A
NAKAI SADA0	N/A

APPL-NO: JP2003305211  
APPL-DATE: August 28, 2003

INT-CL (IPC): H01S003/042

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid state laser apparatus which can improve durability.

SOLUTION: In the solid state laser apparatus 1, a main pipe 11 for circulating cooling water to a solid state laser medium 3 is equipped with a heat exchanger 14 for

cooling the cooling water, thereby preventing the temperature rise of the laser medium 3. When the cooling water becomes acidic or alkaline, a controller 24 controls a flow control valve 23 and increases the flow rate of the cooling water flowing into a bypass pipe 21 equipped with a pure water filter 22, so that acidity or alkalinity of the cooling water can be weakened. As a result, deterioration of the predetermined portion of the laser apparatus which is to be caused by the cooling water can be prevented, so that the durability of the solid state laser apparatus 1 can be improved. Further, the pure water filter 22 is installed in the bypass pipe 21 connected in parallel with a part of the main pipe 11, so that decrease of the flow rate of cooling water circulating the main pipe 11 is restrained, and decrease of cooling efficiency of the laser medium 3 can be prevented.

COPYRIGHT: (C) 2005, JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-79195

(P2005-79195A)

(43) 公開日 平成17年3月24日 (2005.3.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01S 3/042

F1

H01S 3/04

L

テーマコード (参考)

5F072

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-305211 (P2003-305211)  
 (22) 出願日 平成15年8月28日 (2003.8.28)

(71) 出願人 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1  
 (71) 出願人 591114799  
 中井 貞雄  
 大阪府茨木市北春日丘3-6-45  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100092657  
 弁理士 寺崎 史朗  
 (74) 代理人 100124291  
 弁理士 石田 悟  
 (72) 発明者 川嶋 利幸  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜  
 松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

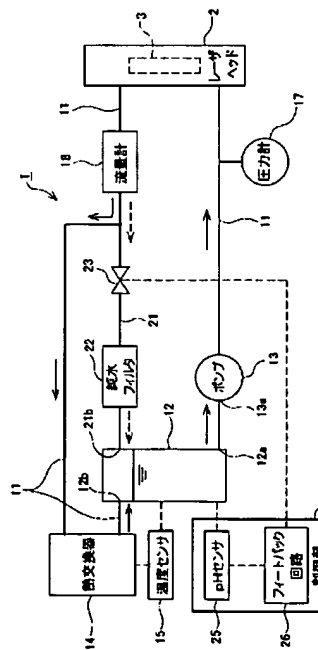
(54) 【発明の名称】 固体レーザー装置

(57) 【要約】

【課題】 耐久性を向上させ得る固体レーザー装置を提供する。

【解決手段】 固体レーザー装置1では、固体レーザー媒質3に対し冷却水を循環させる本管11に、冷却水を冷却する熱交換器14が設けられ、レーザー媒質3の温度上昇が防止される。この冷却水が酸性又はアルカリ性となった場合には、制御部24が流量調整バルブ23を制御して、純水フィルタ22が設けられたバイパス管21へ流入する冷却水の流量を増加させるため、冷却水の酸性又はアルカリ性を弱めることができる。従って、冷却水によりレーザー装置3の所定部分が劣化するのを防止することができ、固体レーザー装置1の耐久性を向上させ得る。しかも、本管11の一部に対し並列に接続されたバイパス管21に純水フィルタ22が設けられるため、本管11を循環する冷却水の流量の低下を抑制し、レーザー媒質3の冷却効率の低下を防止し得る。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

固体レーザー媒質を冷却水により冷却する固体レーザー装置であって、  
前記固体レーザー媒質に対して前記冷却水を循環させる本管と、  
前記本管に設けられ、前記冷却水を冷却する冷却手段と、  
前記本管の少なくとも一部に対して並列に接続されたバイパス管と、  
前記バイパス管に設けられ、前記冷却水の酸性又はアルカリ性を弱める中和手段と、  
前記バイパス管において前記中和手段の上流側に設けられ、前記バイパス管へ流入する  
前記冷却水の流量を調整する流量調整手段と、  
前記冷却水が酸性又はアルカリ性である場合に、前記バイパス管へ流入する前記冷却水の  
流量が増加するように前記流量調整手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする  
固体レーザー装置。 10

## 【請求項 2】

前記制御手段は、前記冷却水の酸性又はアルカリ性が強いほど、前記バイパス管へ流入  
する前記冷却水の流量を増加させることを特徴とする請求項 1 記載の固体レーザー装置。

## 【請求項 3】

前記固体レーザー媒質には前記冷却水が直接接触することを特徴とする請求項 1 又は 2 記  
載の固体レーザー装置。

## 【請求項 4】

前記本管には、前記冷却水を循環させるポンプが設けられ、  
前記バイパス管は、前記固体レーザー媒質と前記ポンプの吸込口との間における前記本管  
の少なくとも一部に対して並列に接続されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一  
項記載の固体レーザー装置。 20

## 【請求項 5】

前記本管には、前記冷却水を貯留するタンクが設けられ、  
前記制御手段は、前記タンク内に貯留された前記冷却水の酸性又はアルカリ性を検知す  
ることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項記載の固体レーザー装置。

## 【請求項 6】

前記バイパス管は、前記固体レーザー媒質と前記タンクの流入口との間における前記本管  
の少なくとも一部に対して並列に接続されることを特徴とする請求項 5 記載の固体レーザー  
装置。 30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、固体レーザー媒質を冷却水により冷却する固体レーザー装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来におけるこの種の技術として、例えば、非特許文献 1 に記載されたジグザグスラ  
ブ型固体レーザー装置がある。この固体レーザー装置においては、レーザー媒質に対して冷却水を  
循環させてレーザー媒質の温度上昇を防止している。これは、半導体レーザーから発せられた  
励起光によりレーザー媒質の温度が上昇して熱レンズ効果等が発生するのを防止するため  
である。 40

【非特許文献 1】高出力 LD 励起ジグザグスラブ Nd ガラスレーザーの増幅解析，「レー  
ザー学会学術講演会第 23 回年次大会 講演予稿集」，p. 51

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかしながら、上述したような固体レーザー装置にあっては、冷却水として中性の純水を  
循環させても、循環過程において炭酸ガスを含んだり、配管等から発生する不純物イオン  
を含んだりして、冷却水が酸性又はアルカリ性になってしまう場合がある。このように冷 50

却水が酸性又はアルカリ性になると、固体レーザー装置の所定部分が劣化するおそれがあり、固体レーザー装置の耐久性が妨げられてしまう。特に、レーザー媒質に冷却水を直接接触させる場合、レーザー媒質の表面は侵食され易いため、出射されるレーザー光の品質が短期間で劣化するおそれがある。

【0004】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、耐久性を向上させることができる固体レーザー装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明に係る固体レーザー装置は、固体レーザー媒質を冷却水により冷却する固体レーザー装置であって、固体レーザー媒質に対して冷却水を循環させる本管と、本管に設けられ、冷却水を冷却する冷却手段と、本管の少なくとも一部に対して並列に接続されたバイパス管と、バイパス管に設けられ、冷却水の酸性又はアルカリ性を弱める中和手段と、バイパス管において中和手段の上流側に設けられ、バイパス管へ流入する冷却水の流量を調整する流量調整手段と、冷却水が酸性又はアルカリ性である場合に、バイパス管へ流入する冷却水の流量が増加するように流量調整手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【0006】

この固体レーザー装置においては、固体レーザー媒質に対して冷却水を循環させる本管に、冷却水を冷却する冷却手段が設けられているため、固体レーザー媒質の温度上昇を防止することができる。そして、冷却水が酸性又はアルカリ性となった場合には、制御手段が流量調整手段を制御することで、中和手段が設けられたバイパス管へ流入する冷却水の流量が増加するため、冷却水の酸性又はアルカリ性を弱めることができる。従って、酸性又はアルカリ性の冷却水により固体レーザー装置の所定部分が劣化するのを防止することができ、固体レーザー装置の耐久性を向上させることが可能になる。しかも、本管の少なくとも一部に対して並列に接続されたバイパス管に中和手段が設けられているため、本管を循環する冷却水の流量の低下を抑制することができ、固体レーザー媒質の冷却効率の低下を防止することが可能になる。

【0007】

また、制御手段は、冷却水の酸性又はアルカリ性が強いほど、バイパス管へ流入する冷却水の流量を増加させることが好ましい。これにより、冷却水の酸性又はアルカリ性を早急に弱めることができる。

【0008】

また、固体レーザー媒質には冷却水が直接接触することが好ましい。これにより、固体レーザー装置の冷却効率を向上させることができる。ただしこの場合、酸性又はアルカリ性の冷却水により固体レーザー媒質が侵食され易いということが懸念される。しかしながら、本発明に係る固体レーザー装置によれば、上述したように冷却水の酸性又はアルカリ性を弱めることができるため、冷却水によるレーザー媒質表面の侵食が防止される。従って、レーザー媒質自体の耐久性を向上させることができると同時に、出射されるレーザー光の品質を長期間良好に維持することができる。

【0009】

また、本管には、冷却水を循環させるポンプが設けられ、バイパス管は、固体レーザー媒質とポンプの吸込口との間における本管の少なくとも一部に対して並列に接続されることが好ましい。これにより、ポンプから吐出された冷却水は、その流量が低下することなく固体レーザー媒質に達することになるため、固体レーザー媒質の冷却効率の低下をより一層確実に防止することが可能になる。

【0010】

また、本管には、冷却水を貯留するタンクが設けられ、制御手段は、タンク内に貯留された冷却水の酸性又はアルカリ性を検知することが好ましい。タンク内に一旦貯留された冷却水について酸性又はアルカリ性を検知することで、精度の高い検知結果を得ることが

できる。

#### 【0011】

また、バイパス管は、固体レーザー媒質とタンクの流入口との間における本管の少なくとも一部に対して並列に接続されることが好ましい。これにより、バイパス管を通して（つまり、中和手段を通して）酸性又はアルカリ性が弱められた冷却水と、本管を通ってきた冷却水とがタンク内で混ざり合うことになるため、固体レーザー媒質に達する冷却水の酸性又はアルカリ性をより一層高精度に検知することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明によれば、固体レーザー装置の耐久性を向上させることができる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

以下、本発明に係る固体レーザー装置の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0014】

図1に示されるように、固体レーザー装置1は、レーザーヘッド2内に收容されたスラブ状（ここでは、長方形平板状）の固体レーザー媒質3を冷却水により冷却するものである。レーザーヘッド2においてレーザー媒質3は、図2に示されるように、その長手方向において対面する各端面を被増幅光Lの入射面3a、出射面3bとし、これら入射面3a及び出射面3bと直交する幅広の各端面を被増幅光Lの反射面3c、3cとしている。ここで、レーザー媒質3は、リン酸塩系のレーザー用ガラスを母材として、ネオジウム（Nd）をレーザー活性種としてドーブしたものであるが、これに限定されない。例えば、母材としては、シリカ系のレーザー用ガラス、又はYAG、YLF、YVO<sub>4</sub>、S-FAP、サファイア、アレキサンドライト、フォルステライト、ガーネット等の結晶材料を用いてもよい。また、レーザー活性種としては、Yb、Er、Ho、Tm等の希土類元素、又はCr、Ti等の遷移元素を用いてもよい。

20

#### 【0015】

レーザー媒質3の各反射面3cに対向する位置には、レーザー媒質3に励起光を照射する半導体レーザー4が配置され、対向する反射面3cと半導体レーザー4との間には、励起光を透過させる窓部材6が配置されている。各窓部材6は、レーザーヘッド2のハウジング（図示せず）の一部である保持部7に水密に固定されており、水密に固定された窓部材6及び保持部7とレーザー媒質3の反射面3cとの間には、図2において実線の矢印で示されるように冷却水が流通する流路8が形成される。

30

#### 【0016】

以上のように構成されたレーザーヘッド2においては、入射面3aからレーザー媒質3内に入射した被増幅光Lは、半導体レーザー4から発せられた励起光により励起されたレーザー媒質3内で増幅されながら、対面する反射面3c、3cで全反射を繰り返してレーザー媒質3内をジグザグ伝播し、出射面3bから出射する。このとき、半導体レーザー4から発せられた励起光によってレーザー媒質3が加熱されるが、レーザー媒質3の反射面3cには冷却水が直接接触するため、レーザー媒質3から効率良く熱を奪うことができる。従って、レーザー媒質3の温度が上昇して熱レンズ効果等が発生するのを防止することが可能になる。

40

#### 【0017】

更に、図1に示されるように、固体レーザー装置1は、上述したレーザーヘッド2内の流路8を介してレーザー媒質3に対し冷却水を循環させるべく環状に敷設された本管11を有している。つまり、流路8は、本管11の一部を構成している。この本管11の途中には、冷却水を貯留するタンク12が設けられており、このタンク12の流出口12aとレーザー媒質3との間における本管11上には、タンク12内の冷却水をレーザー媒質2側へ吐出するポンプ13が接続されている。このポンプ13によりタンク12内の冷却水は、図1において実線の矢印で示されるように、本管11を介してレーザー媒質3に対し循環供給される。

50

## 【0018】

また、レーザ媒質3とタンク12の流入口12bとの間における本管11上には、冷却水を冷却する熱交換器（冷却手段）14が接続されている。この熱交換器14は、タンク12内の冷却水の温度をモニタする温度センサ15の測定結果に基づいて、所定の温度範囲内の温度となるように冷却水を冷却する。従って、レーザヘッド2においてレーザ媒質3から熱を奪って温度が上昇した冷却水は、熱交換器14により所定の温度範囲内の温度に冷却されて、タンク12内に戻される。なお、本管11には、レーザヘッド2内に流入する冷却水の圧力をモニタする圧力計17や、レーザヘッド2内から流出する冷却水の流量をモニタする流量計18が設けられている。そして、これらの測定結果に基づいて、圧力が所定の圧力範囲外になった場合や流量が所定の流量範囲外になった場合には、警報としてアラームが鳴ったり、インターロックが働いたりする。

10

## 【0019】

更に、レーザ媒質3とタンク12の流入口12bとの間における本管11の一部に対しては、バイパス管21が並列に接続されている。より具体的には、バイパス管21の上流端21aが流量計18と熱交換器14との間における本管11に接続され、バイパス管21の下流端21bがタンク12に接続されている。このバイパス管21上には、酸性又はアルカリ性の冷却水をほぼ中性にするイオン交換樹脂製の純水フィルタ（中和手段）22が接続されている。また、バイパス管21上において純水フィルタ22の上流側には、図1において破線の矢印で示されるように、バイパス管21へ流入する冷却水の流量を調整する流量調整バルブ（流量調整手段）23が接続されている。

20

## 【0020】

そして、この流量調整バルブ23は、制御部（制御手段）24によって、冷却水が酸性又はアルカリ性である場合に、バイパス管21へ流入する冷却水の流量が増加するように制御される。より詳細には、制御部24は、タンク12内の冷却水の水素イオン指数（pH値）をモニタするpHセンサ25と、このpHセンサ25の測定結果に基づいて流量調整バルブ23の開度を制御するフィードバック回路26とを有している。このフィードバック回路26は、タンク12内の冷却水のpH値が所定のpH範囲（例えば、pH7を中心値として設定された範囲）外になった場合（すなわち、タンク12内の冷却水の酸性又はアルカリ性が所定の強さを超えた場合）に流量調整バルブ23を開放させると共に、冷却水の酸性又はアルカリ性が強くなるほど流量調整バルブ23の開度を大きくする。

30

## 【0021】

このように、制御部24のpHセンサ25は、タンク12内に一旦貯留された冷却水について酸性又はアルカリ性を検知する。しかも、タンク12内では、バイパス管21を通して（つまり、純水フィルタ22を通して）ほぼ中性にされた冷却水と、本管11を通ってきた冷却水とが混ざり合うことになる。従って、pHセンサ25は、レーザ媒質3に達する冷却水のpH値を極めて高精度に検知することができる。

## 【0022】

ここで、pHセンサ25は、イオン感応性を有する $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 薄膜を感受部とした電界効果型トランジスタ（ISFET: Ion Sensitive Field Effect Transistor）を利用したものであって、そのゲート上にある $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜に冷却水を接触させることで、冷却水中の水素イオン量に応じた界面電位を発生させ、これを出力電圧として取り出すものである。すなわち、pHセンサ25は、冷却水のpH依存性を測定することができるものである。ただし、pHセンサ25としては、このようなものに限定されず、例えば、 $\text{KCl}$ や $\text{Ag}/\text{AgCl}$ を蒸着したガラス電極によりイオン量を検知してpH値を測定するものや、冷却水の電気伝導度を測定してpH値を算出するものを用いてもよい。

40

## 【0023】

以上のように構成された固体レーザ装置1においては、タンク12内の冷却水は、ポンプ13によって本管11を介してレーザ媒質3に対し循環供給されるが、冷却水は熱交換器14によって所定の温度範囲内の温度となるように冷却されるため、レーザ媒質3の温度上昇を防止することができる。このとき、例えば、タンク12内の上部に溜まっている

50

二酸化炭素や酸素、窒素等の気体を冷却水が含んだり、レーザヘッド２や本管１１等から発生する不純物イオンを冷却水が含んだりするといった様々な理由によって、タンク１２内の冷却水のｐＨ値が所定のｐＨ範囲外になってしまう場合がある。そうすると、制御部２４によって流量調整バルブ２３が開放されて、純水フィルタ２２が接続されたバイパス管２１へ冷却水が流入するため、冷却水はほぼ中性にされてタンク１２内に戻され、冷却水の酸性又はアルカリ性が弱められることになる。従って、酸性又はアルカリ性の冷却水により固体レーザ装置１の所定部分が劣化するのを防止することができ、固体レーザ装置１の耐久性を向上させることが可能になる。

#### 【００２４】

ここで、流量調整バルブ２４の開度は、冷却水の酸性又はアルカリ性が強くなるほど大きくされるため、冷却水の酸性又はアルカリ性が強くなるほど、バイパス管２１へ流入する冷却水の流量が増加することになる。従って、冷却水の酸性又はアルカリ性を早急に弱めることができる。なお、固体レーザ装置１の動作開始時から流量調整バルブ２１を所定の開度で開放させて、一定量の冷却水が純水フィルタ２２を通るようにしておき、冷却水の酸性又はアルカリ性が強くなった場合に、バイパス管２１へ流入する冷却水の流量を増加させるようにしてもよい。

#### 【００２５】

更に、上述したように固体レーザ媒質３には冷却水が直接接触するが、固体レーザ装置１では冷却水の酸性又はアルカリ性を弱めることができるため、冷却水によるレーザ媒質３表面（すなわち、反射面３ｃ）の侵食を防止することができる。従って、レーザ媒質３自体の耐久性を向上させることができると同時に、反射面３ｃでの被増幅光Ｌの散乱を防止する等、出射されるレーザ光の品質を長期間良好に維持することができる。

また、本管１１の一部に対して並列に接続されたバイパス管２１に純水フィルタ２２が設けられているため、本管１１を循環する冷却水の流量の低下を抑制することができ、固体レーザ媒質３の冷却効率の低下を防止することが可能になる。しかも、バイパス管２１は、レーザ媒質３とタンク１２の流入口１２ｂとの間、つまり、レーザ媒質３とポンプ１３の吸込口１３ａとの間における本管１１の一部に対して並列に接続されているため、ポンプ１３から吐出された冷却水は、その流量が低下することなくレーザ媒質３に到達することになる。従って、レーザ媒質３の冷却効率の低下をより一層確実に防止することが可能になる。

#### 【００２６】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、中和手段としての純水フィルタ２２は、酸性又はアルカリ性の冷却水をほぼ中性にするものであったが、冷却水の酸性又はアルカリ性を弱めるものであっても適用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００２７】

【図１】本発明に係る固体レーザ装置の一実施形態の構成図ある。

【図２】図１の固体レーザ装置のレーザヘッドの構成図である。

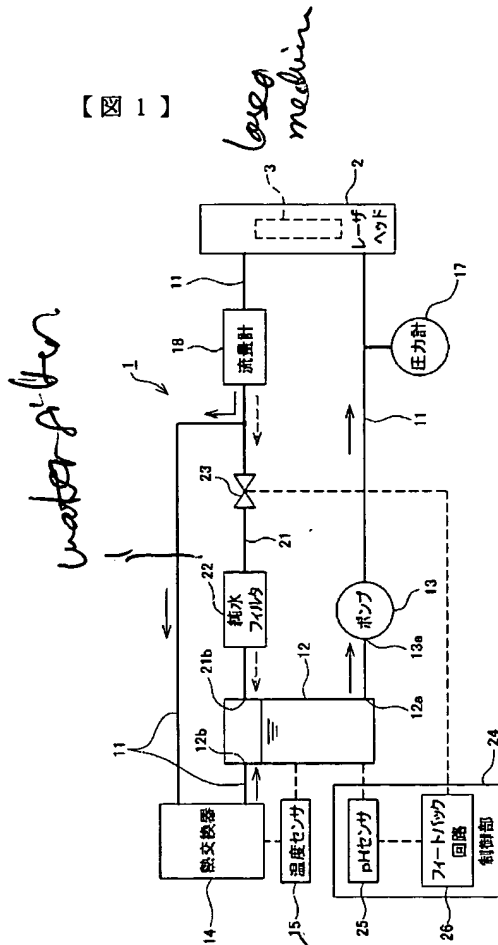
#### 【符号の説明】

#### 【００２８】

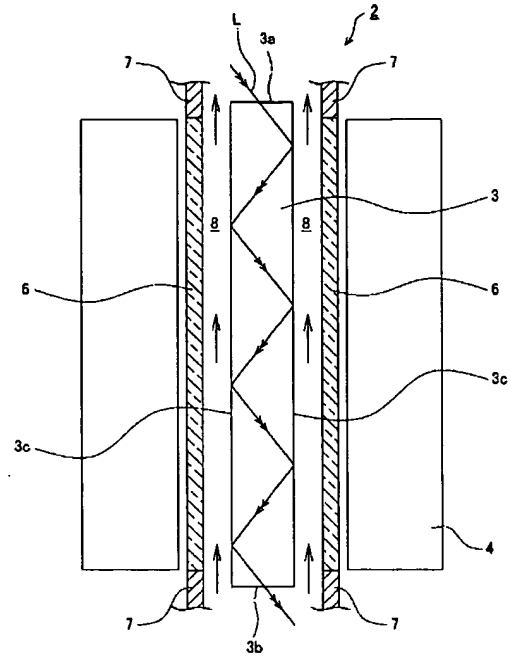
１…固体レーザ装置、３…固体レーザ媒質、１１…本管、１２…タンク、１２ｂ…流入口、１３…ポンプ、１３ａ…吸込口、１４…熱交換器（冷却手段）、２１…バイパス管、２２…純水フィルタ（中和手段）、２３…流量調整バルブ（流量調整手段）、２４…制御部（制御手段）。



【 図 1 】



【图 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 金邊 忠

兵庫県宝塚市中山五月台五丁目6番17号

(72)発明者 中井 貞雄

大阪府茨木市北春日丘三丁目6番45号

(72)発明者 菅 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

Fターム(参考) 5F072 AB08 AK03 JJ03 JJ05 JJ20 PP07 TT01 TT22